



CLUB ALPINO ITALIANO

COMMISSIONE CENTRALE

MATERIALI E TECNICHE



COMMISSIONE CENTRALE MATERIALI E TECNICHE

Arco di Trento 31 ottobre 2004

***analisi numerica
delle
tecniche di assicurazione***

" IL MODELLO MATEMATICO "

a cura di Vittorio Bedogni (CCMT - INA - INSA)

CONTENUTO :

- **Introduzione : perché il modello matematico ?**
- **La forza generata dalla mano / freno**
 - **senza sollevamento dell'operatore**
 - **con sollevamento dell'operatore**
- **Alcune analisi delle tecniche di assicurazione**
- **Conclusioni**



COMMISSIONE CENTRALE MATERIALI E TECNICHE

INTRODUZIONE

**PERCHE' UN MODELLO
MATEMATICO IN UNA
ATTIVITA' DI ARRAMPICATA ?**

$\int x \sqrt{2 + x^2} dx$

$(3+5x)$

$\sqrt{1 + \alpha + \beta^2 \cos(\kappa)}$

α

SCOPO DELLA PRESENTAZIONE :

Illustrare come l'utilizzo del modello matematico possa:

- **chiarire gli aspetti chiave dell'assicurazione**
- **fornire elementi di confronto tra le differenti tecniche di assicurazione**
- **dare suggerimenti derivati da una analisi fatta**

PROBLEMI :

- **Il differente comportamento dell' operatore da prova a prova maschera gli aspetti chiave**
- **Difficoltà nella comprensione dei risultati dalle prove sperimentali non sempre ripetibili**
- **Il frequente ricorso a “sensazioni” piuttosto che a una reale analisi degli aspetti fisici porta a cattive interpretazioni**

CONFRONTO TRA DIFFERENTI TECNICHE DI ASSICURAZIONE (dati sperimentali)

	carico al rinvio (daN)		Corsa corda nel freno (cm)	
TIPO DI ASSICURAZIONE	OPERATORE A (60 Kg)	OPERATORE B (80 Kg)	OPERATORE A (60 Kg)	OPERATORE B (80 Kg)
C L A S S I C A	654	580	5	111
C L A S S I C A BILANCIATA	657	593	10	98
V E N T R A L E	583	652	50	53

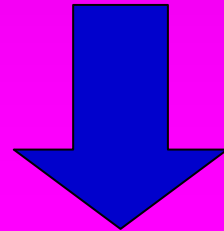
E PER L'OPERATORE "B" ?

Per i carichi

Per le corse

RISPOSTE :

- Analisi di prove registrate e filmate



□ **Messa a punto di un
modello matematico**

- Il modello matematico permette un'analisi dei fenomeni in modo ripetitivo facendo variare un parametro alla volta

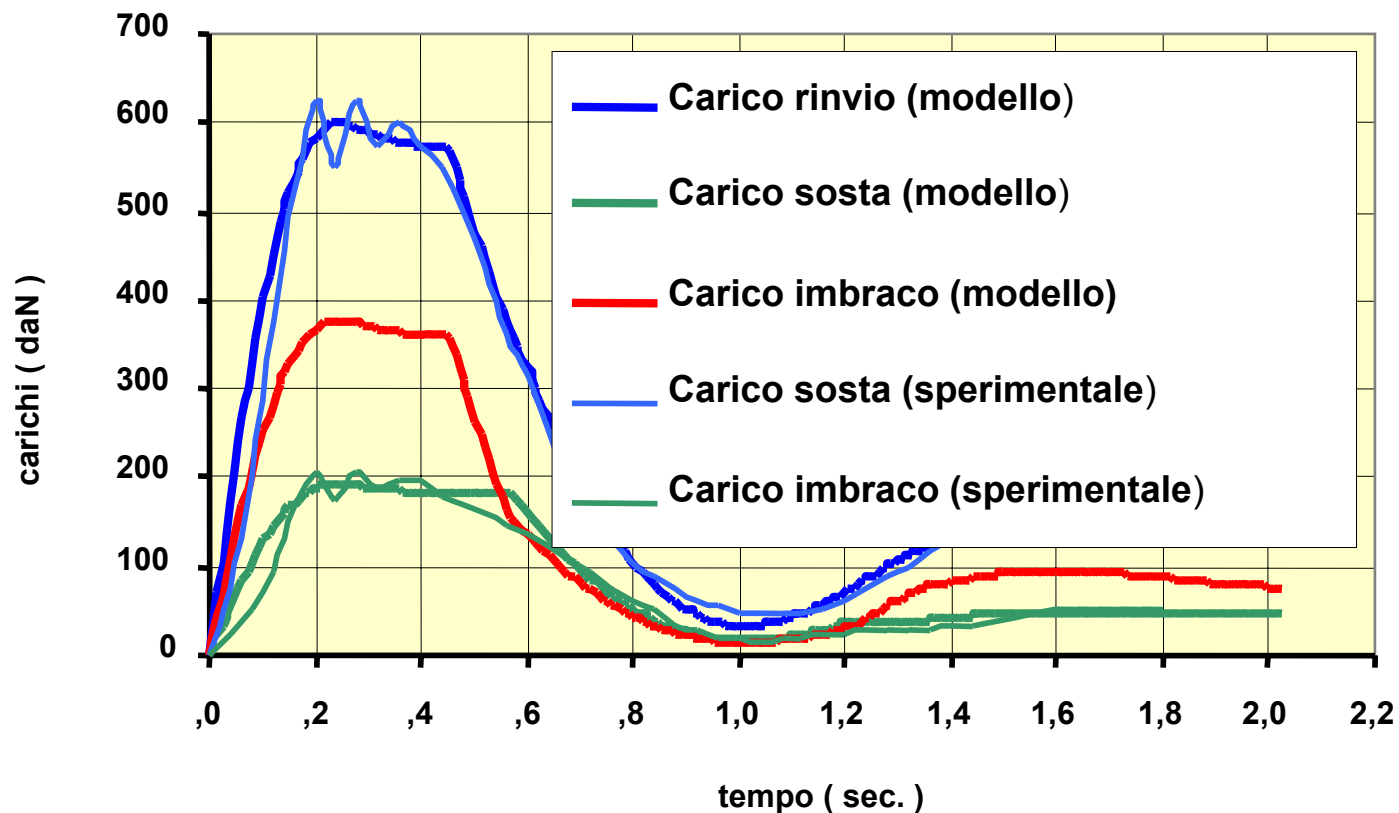
VANTAGGI DEL MODELLO :

- **l'analisi tramite il modello permette una migliore interpretazione degli aspetti fisici delle prove**
- **con esso non vi sono più effetti spuri che mettono in ombra gli aspetti base dei fenomeni**

LA BONTA' DELLO STRUMENTO

Confronto modello – dati sperimentali

Trattenuta a parete - carichi





COMMISSIONE CENTRALE MATERIALI E TECNICHE

**LA FORZA GENERATA
DALLA MANO**

LA FORZA GENERATA DALLA MANO

Il punto chiave del processo di trattenuta è :

**il comportamento dell'assicuratore
o, meglio, della sua mano**

(analisi dedotta da una visione al rallentatore
delle riprese filmate)

Si possono identificare **schematicamente** tre fasi :

- Fase “inerziale”
- Fase “muscolare”
- Fase “di scivolamento nella mano” (possibile)

FASE “INERZIALE”

La mano si muove ad alta velocità



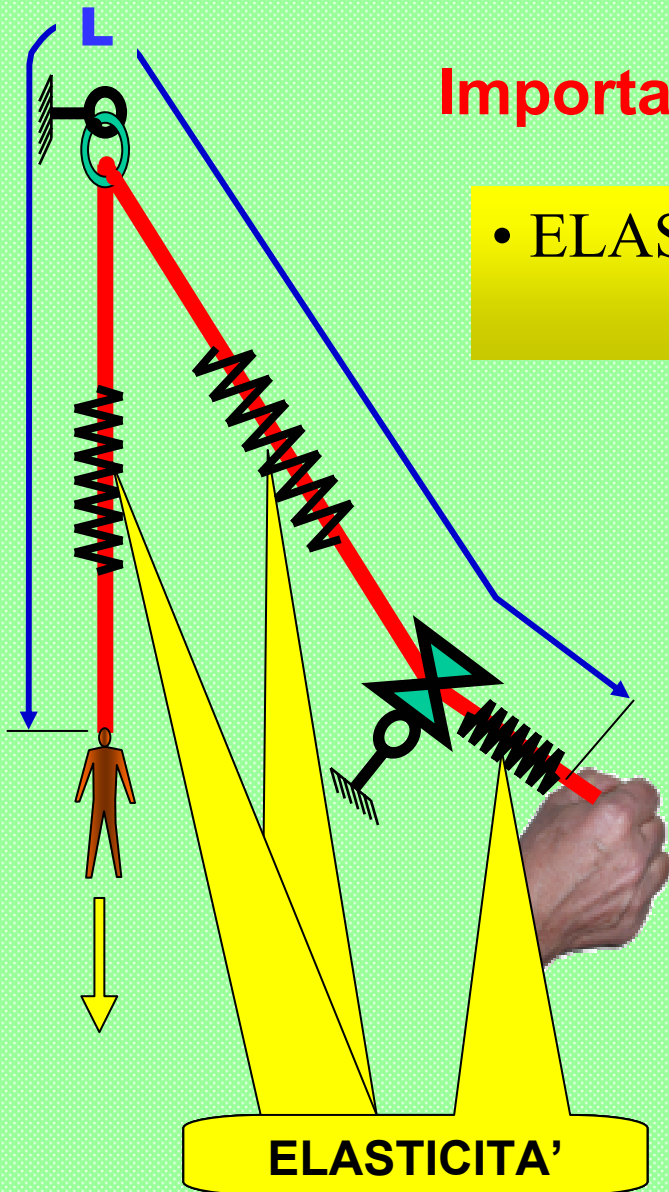
**LA MANO SI MUOVE
RAPIDAMENTE**

IL TRONCO RESTA FERMO

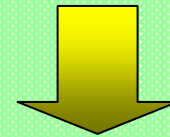
FASE “INERZIALE”

Importanza di alcuni parametri :

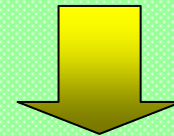
- ELASTICITA' → lunghezza **L** del tratto di corda corpo che cade - mano



MAGGIORE LUNGHEZZA **L**



MINORE ACCELERAZIONE MANO



FRENATA MENO “SECCA”

FASE “INERZIALE”

Importanza di alcuni parametri :

- ATTRITI LUNGO LA CORDA → l'attrito modifica i carichi nella corda

MAGGIORE FORZA A VALLE - MINORE FORZA A MONTE

MAGGIORE CARICO AL RINVIO

MINORE FORZA ALLA SOSTA
E NELLA MANO



FASE “MUSCOLARE”

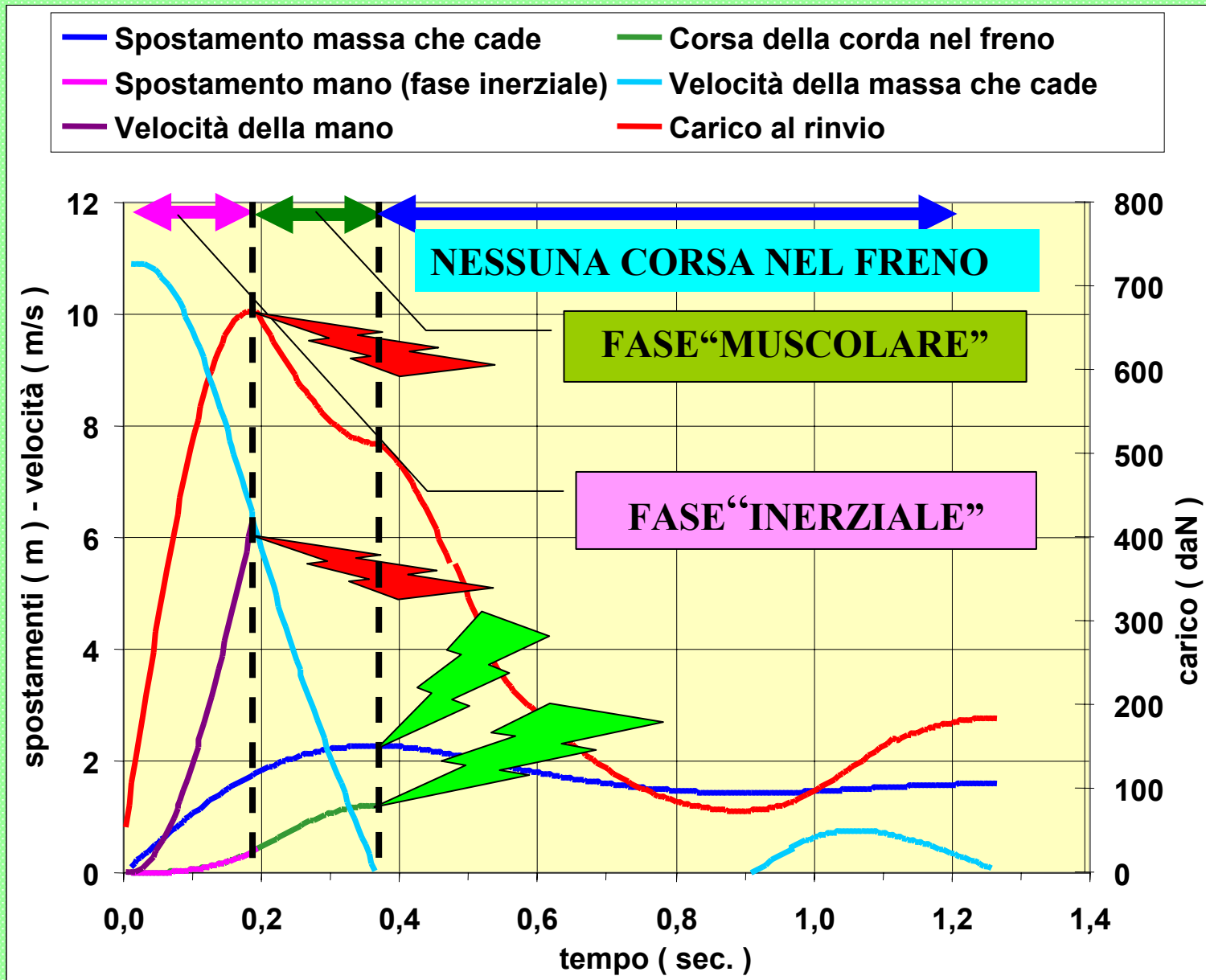
La mano si muove a bassa velocità



**LA MANO SI MUOVE
LENTAMENTE**

IL TRONCO SI MUOVE

ASSICURAZIONE CON PUNTO FISSO E CLASSICA



FASE DI “SCIVOLAMENTO NELLA MANO”

Possibile scivolamento della corda nella mano dell' operatore

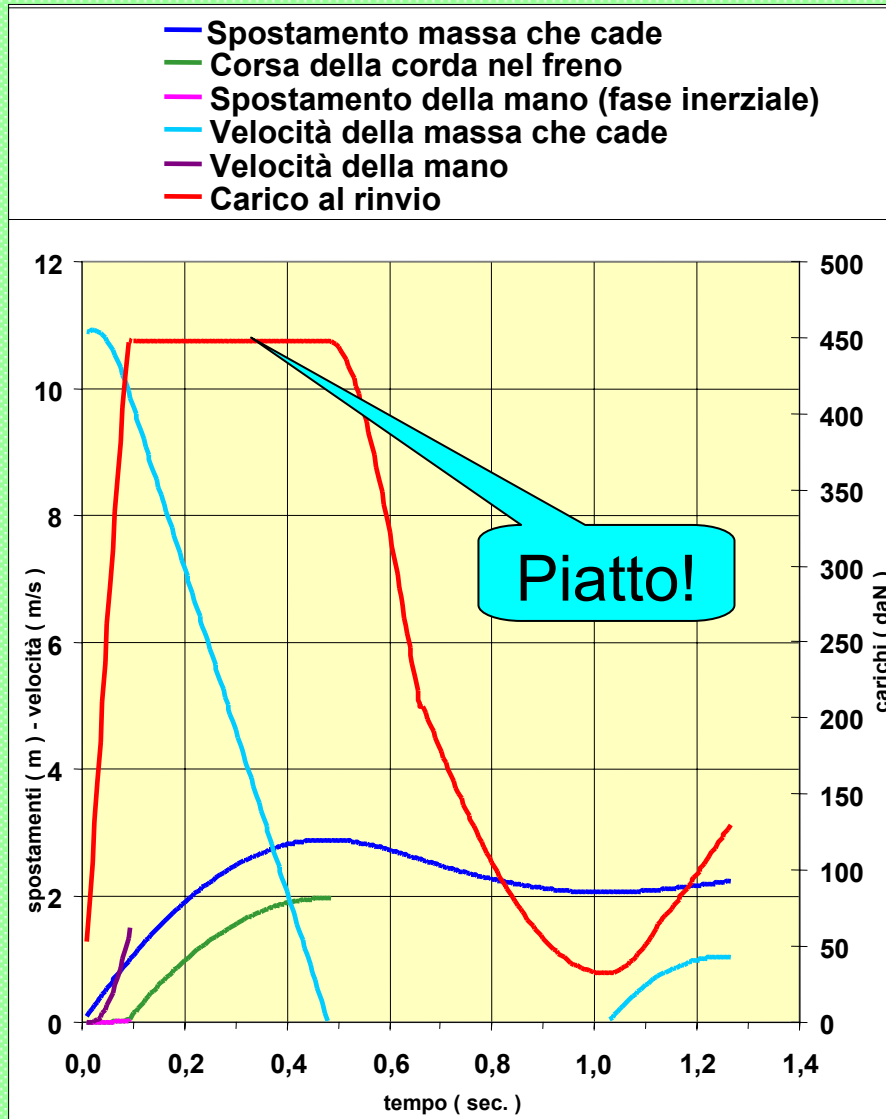


FASE DI “SCIVOLAMENTO NELLA MANO”

Può accadere quando :

- **Non vi è più movimento della mano dell' operatore (per esempio : la mano è contro il freno)**
- **Non vi è più capacità di afferraggio della corda da parte della mano dell' operatore (per esempio : si è raggiunta la massima forza di “gripping”)**

SCIVOLAMENTO DELLA CORDA NELLA MANO : limitazione della forza di afferraggio



Altezza di caduta = 6 m

Forza di afferraggio = 20 daN

FORZE GENERATE DALLA MANO

**COSA SUCCEDDE QUANDO IL CORPO
DELL'ASSICURATORE SI SOLLEVA ?**

FORZE GENERATE DALLA MANO

Con sollevamento dell'assicuratore
(ASSICURAZIONE VENTRALE)

1° effetto

(sul corpo che cade)

IL SOLLEVAMENTO DELL'ASSICURATORE **ATTENUA** LA
DECELERAZIONE DEL CORPO CHE CADE CHE “RICEVE CORDA”:

- ☐ DAL MOTO DELLA MANO (**assicurazione dinamica**)
- ☐ DAL SOLLEVAMENTO

FORZE GENERATE DALLA MANO

Con sollevamento dell'assicuratore
(ASSICURAZIONE VENTRALE)

2° effetto

(sulla mano)



IL SOLLEVAMENTO DELL' ASSICURATORE,

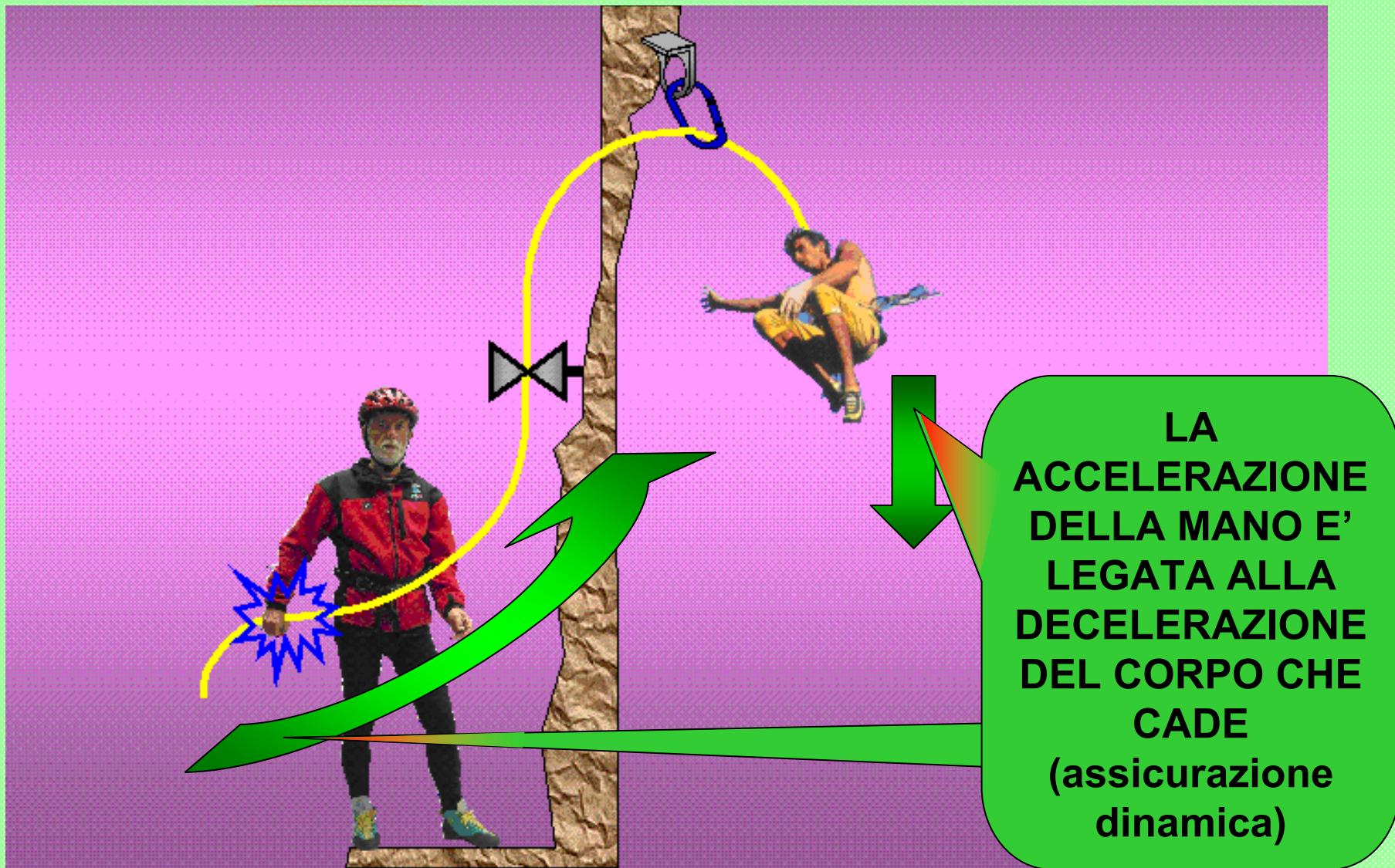
PREVALENTEMENTE VERTICALE, **NON AUMENTA** LA

FORZA D' INERZIA DELLA MANO PERCHE' IL MOTO DI

QUEST' ULTIMA E' PREVALENTEMENTE ORIZZONTALE

FORZE GENERATE DALLA MANO

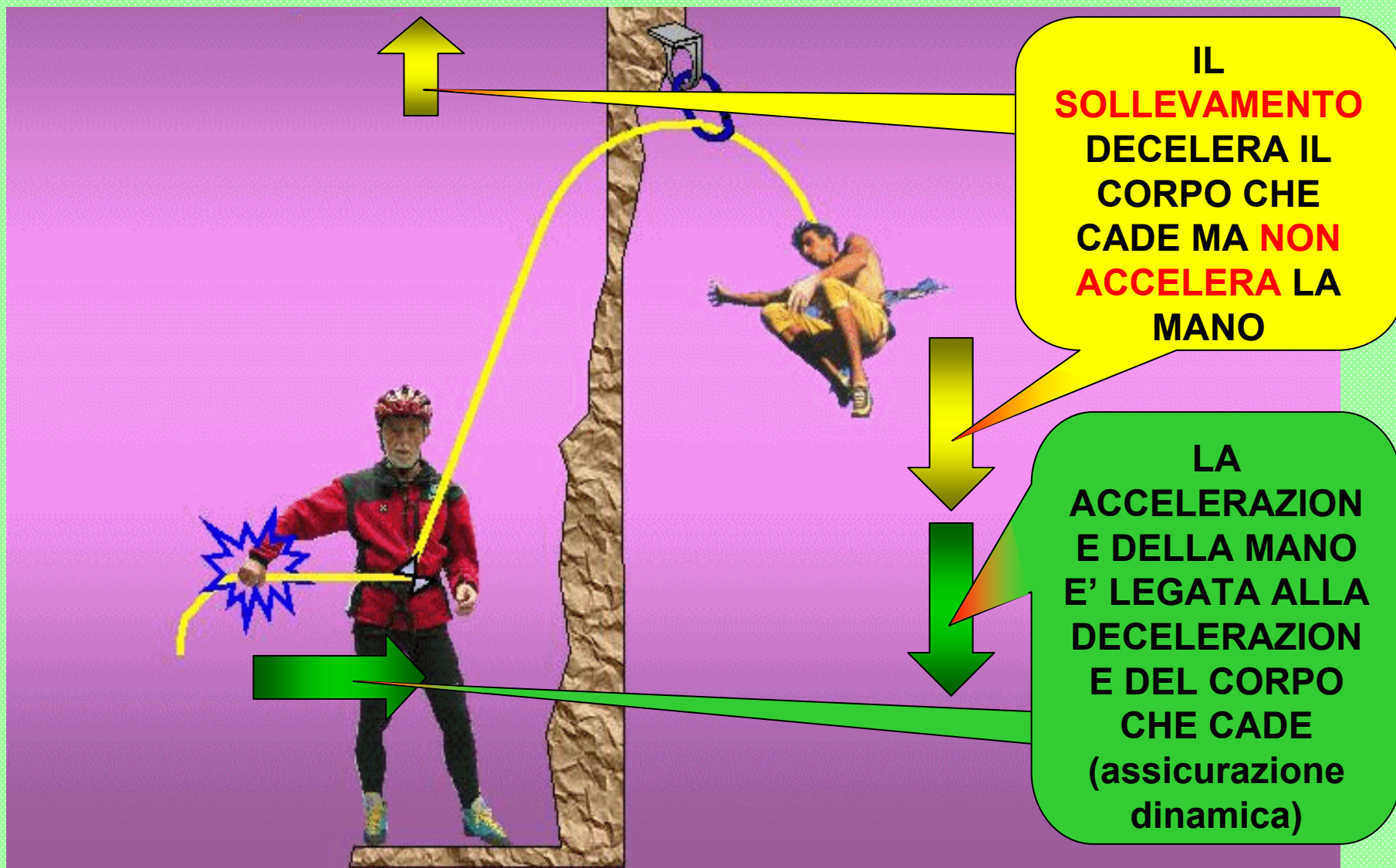
Senza sollevamento dell'assicuratore



FORZE GENERATE DALLA MANO

Con sollevamento dell'assicuratore

(ASSICURAZIONE VENTRALE)





COMMISSIONE CENTRALE MATERIALI E TECNICHE

**alcune analisi sulle
TECNICHE
DI
ASSICURAZIONE**

TECNICHE DI ASSICURAZIONE

Il modello matematico può essere usato per:

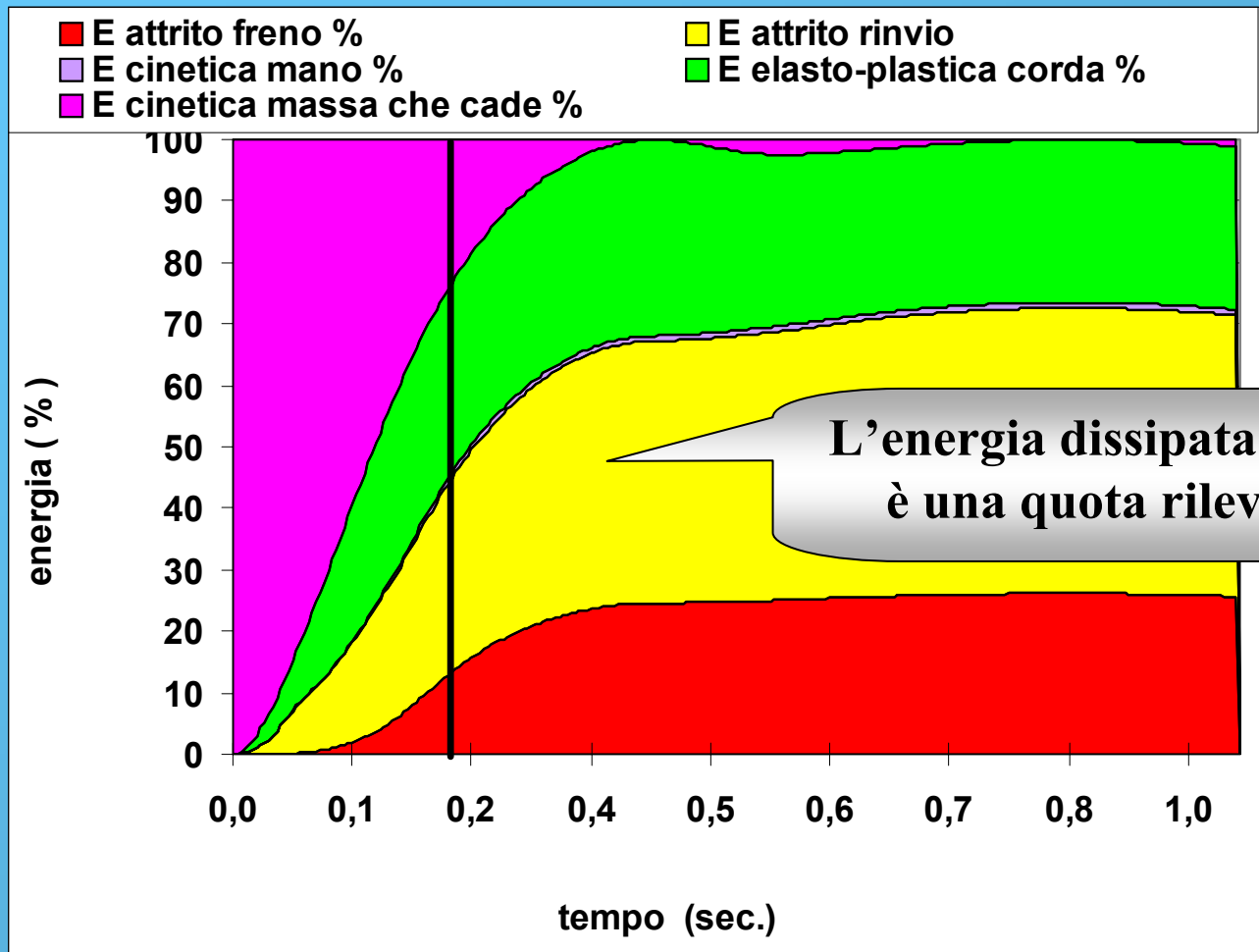
- confrontare differenti tecniche di assicurazione
- analizzare diversi parametri quali:

- massa di chi cade e di chi assicura
- differenti caratteristiche elastiche della corda
- altezza di caduta
- efficacia del freno
- posizione dell'assicuratore
- organizzazione della sosta
- influenza dei rinvii intermedi

TECNICHE DI ASSICURAZIONE

1 Assicurazione con freno collegato al chiodo

ASPETTI ENERGETICI

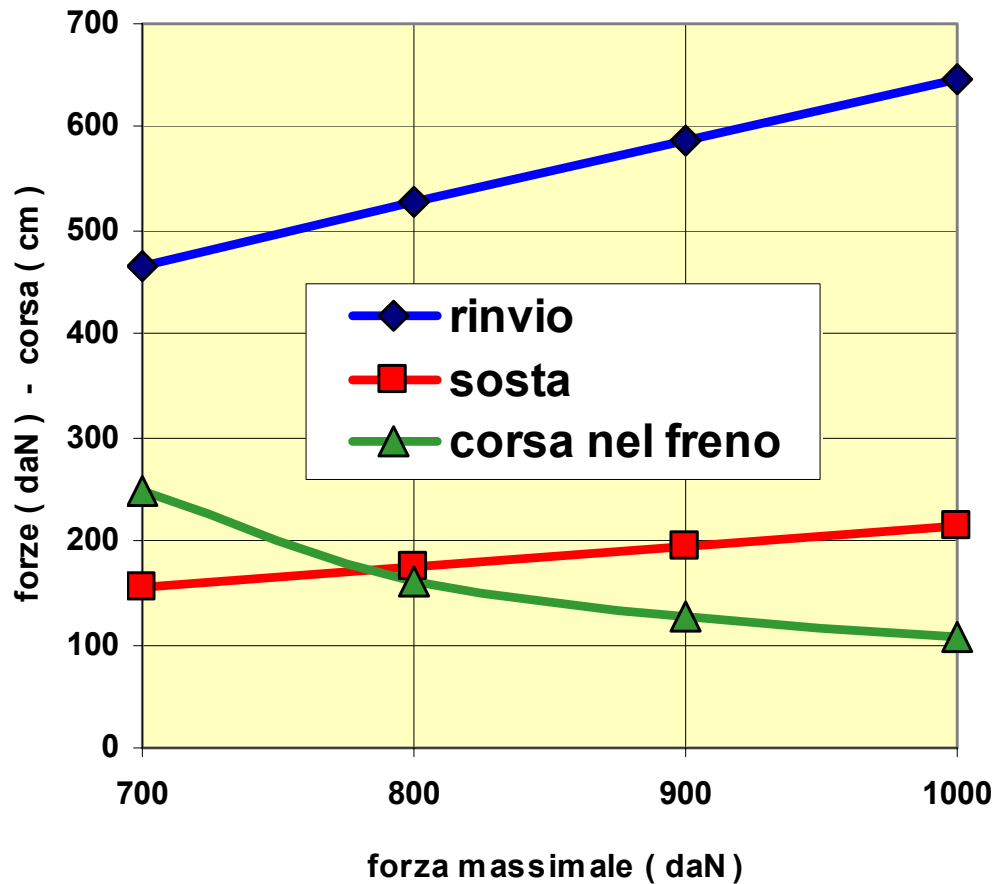


TECNICHE DI ASSICURAZIONE

1 Assicurazione con freno collegato al chiodo

Effetto della elasticità della corda

INFLUENZA ELASTICITA' CORDA

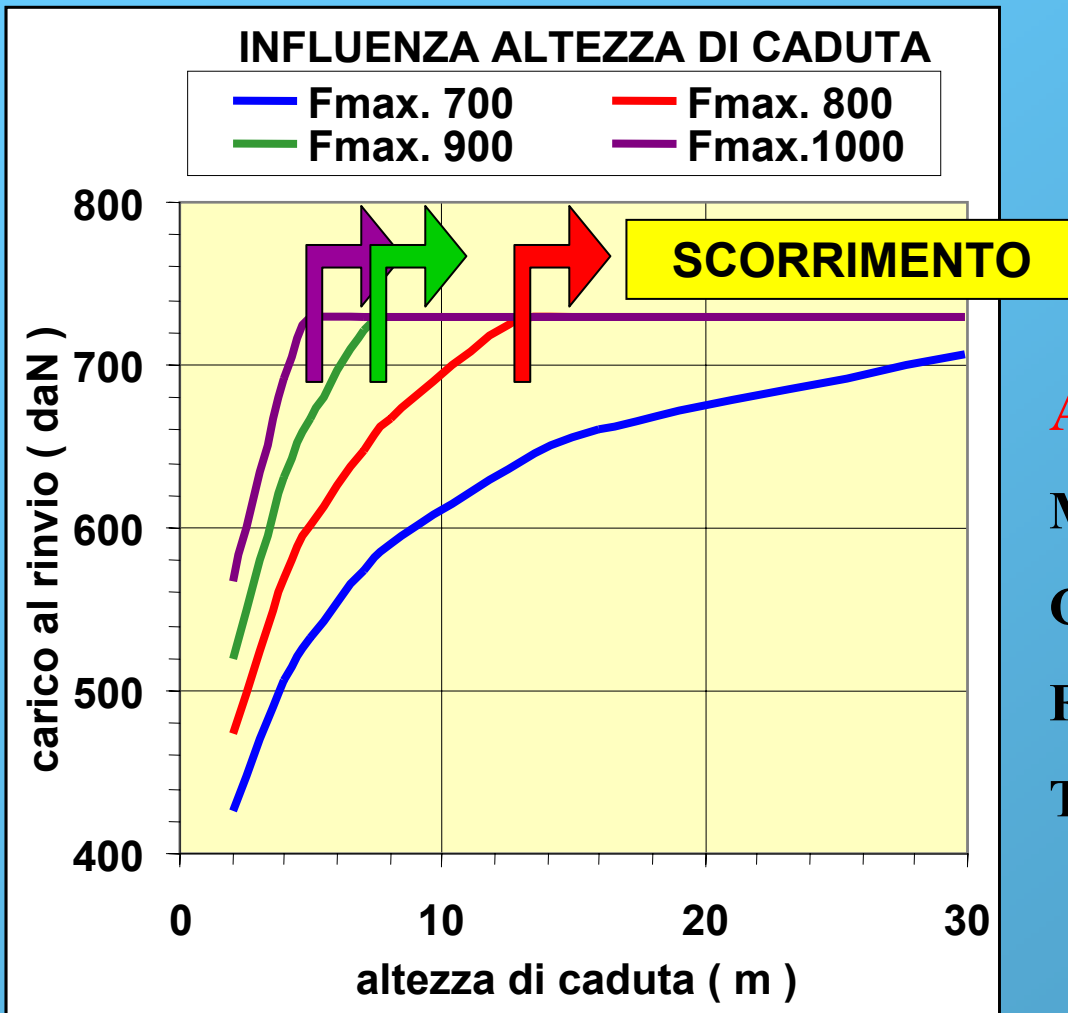


Altezza caduta 6m
Massa di chi cade 80 kg
Gripping max. 30 daN
Freno : MB fmf=9

TECNICHE DI ASSICURAZIONE

1 Assicurazione con freno collegato al chiodo

Grandi voli annullano l'influenza dell'elasticità della corda



Altezza di caduta variabile

Massa di chi cade

Gripping max.

Freno : MB

Tenuta “robusta”

80 kg

30 daN

f_{mf}=9

TECNICHE DI ASSICURAZIONE

1 Assicurazione con freno collegato al chiodo

Grandi voli amplificano l'influenza del tipo di freno

Ipotesi :

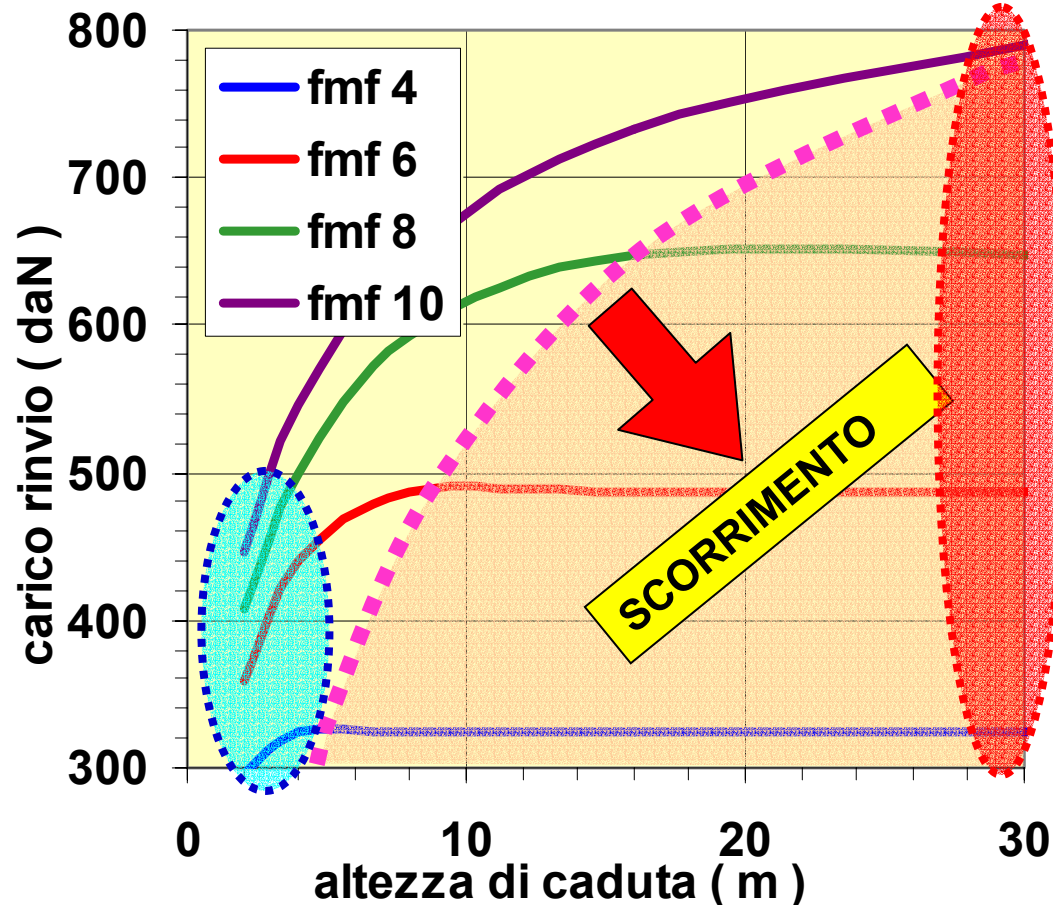
Altezza di caduta	variabile	
Massa che cade	80	kg
Forza massimale corda	900	daN
Forza massima di afferraggio	30	daN
Numero di rinvii	1	
Tratto corda tra freno e rinvio	7	m
Freno : f_{mf}	variabile	

TECNICHE DI ASSICURAZIONE

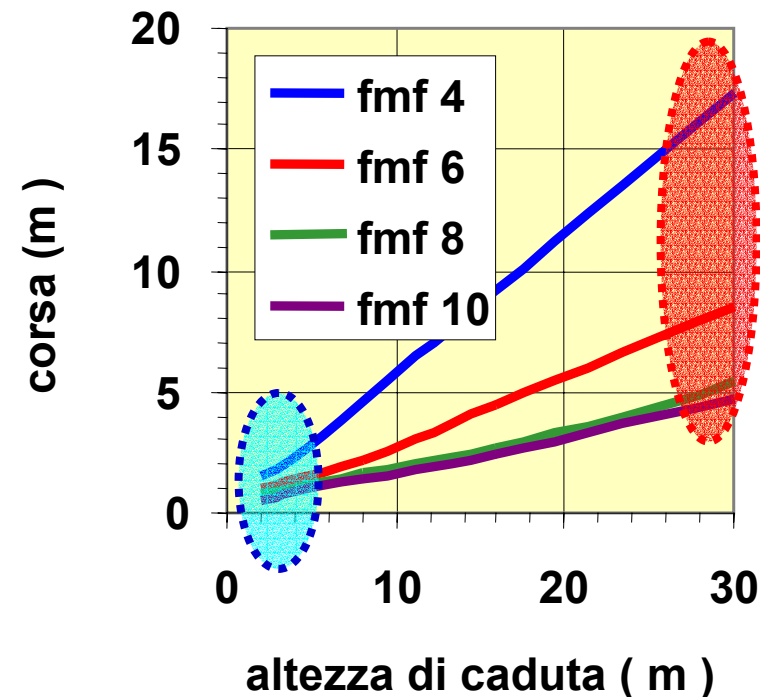
1 Assicurazione con freno collegato al chiodo

Grandi voli amplificano l'influenza del **tipo di freno**

INFLUENZA ALTEZZA DI CADUTA



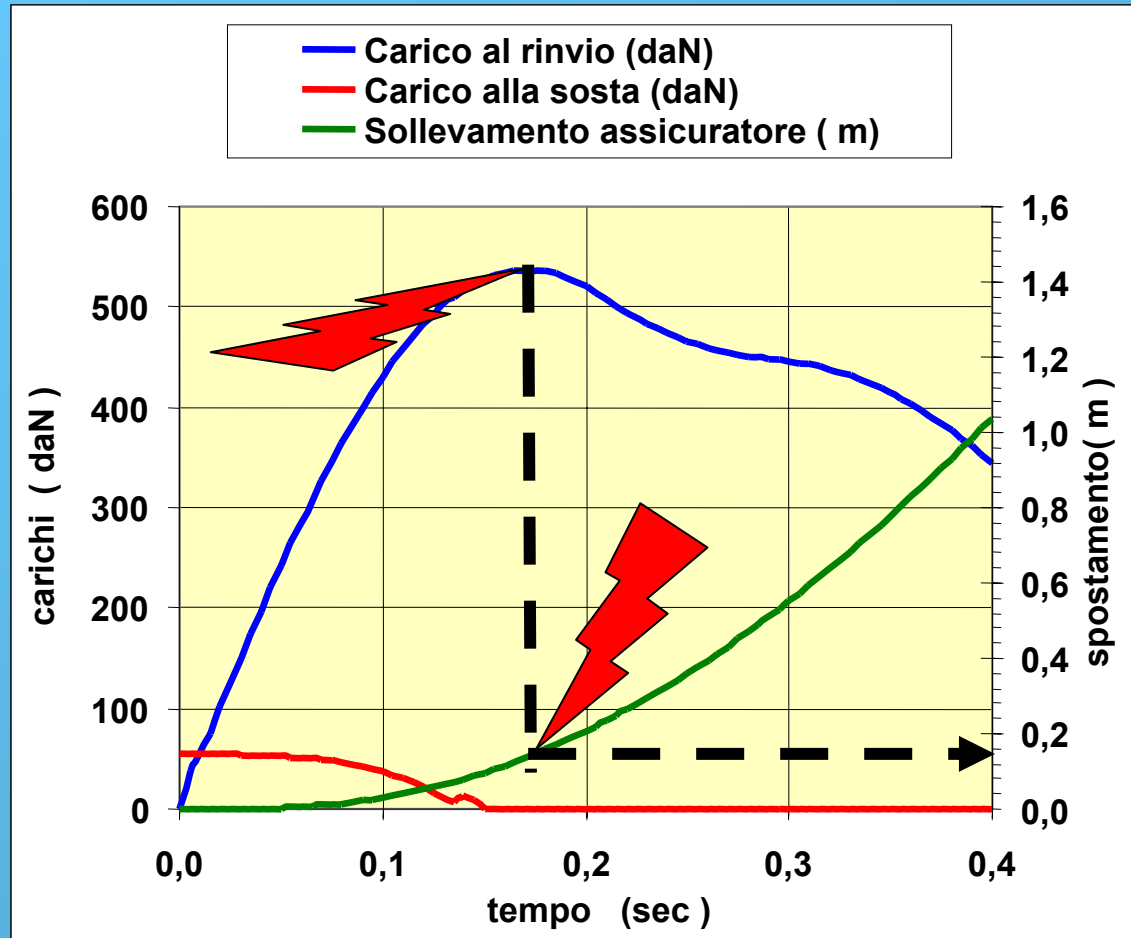
INFLUENZA ALTEZZA DI CADUTA



TECNICHE DI ASSICURAZIONE

2 Assicurazione ventrale

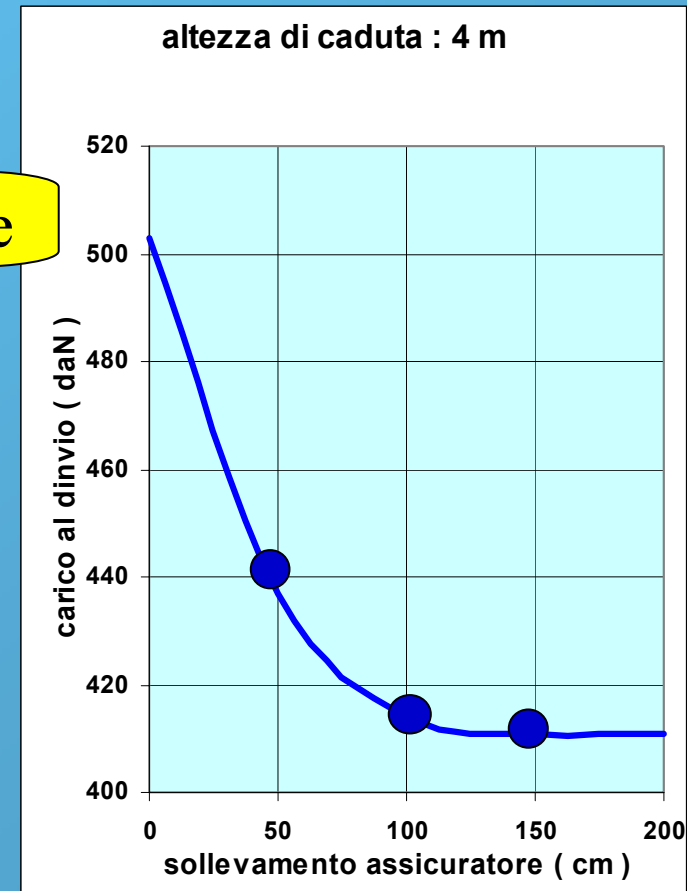
Nell'istante del picco di tensione il sollevamento dell'assicuratore è piuttosto piccolo



TECNICHE DI ASSICURAZIONE

2 Assicurazione ventrale

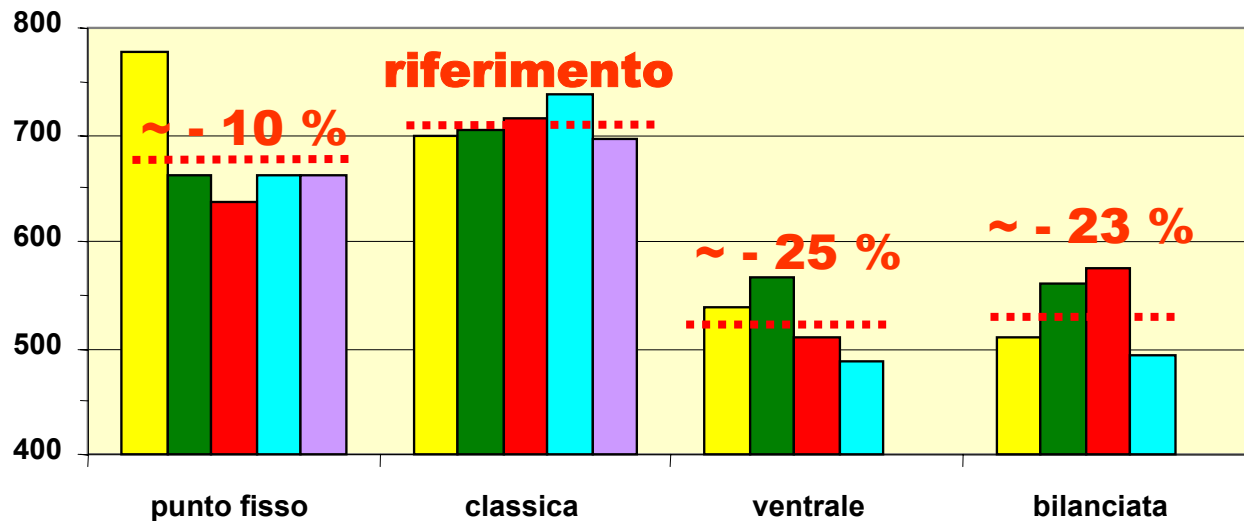
L'entità del sollevamento **NON** è il motivo principale dei minori carichi !



TECNICHE DI ASSICURAZIONE

Un confronto

carico al rinvio (daN) - sperimentale



altezza caduta 6 m

assic / caduto 65/80 kg

M.B. fmf 10

trattenuta "robusta"

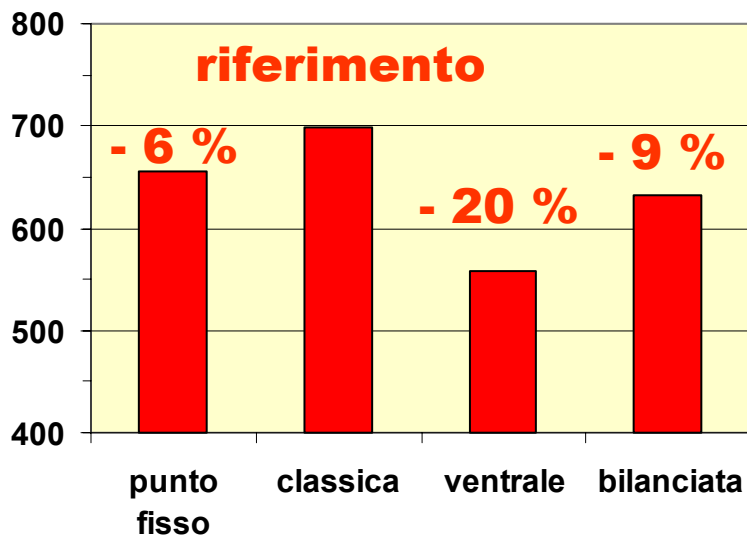
Numero rinvii 1

5 / 80 kg
triangolo sosta 45 cm

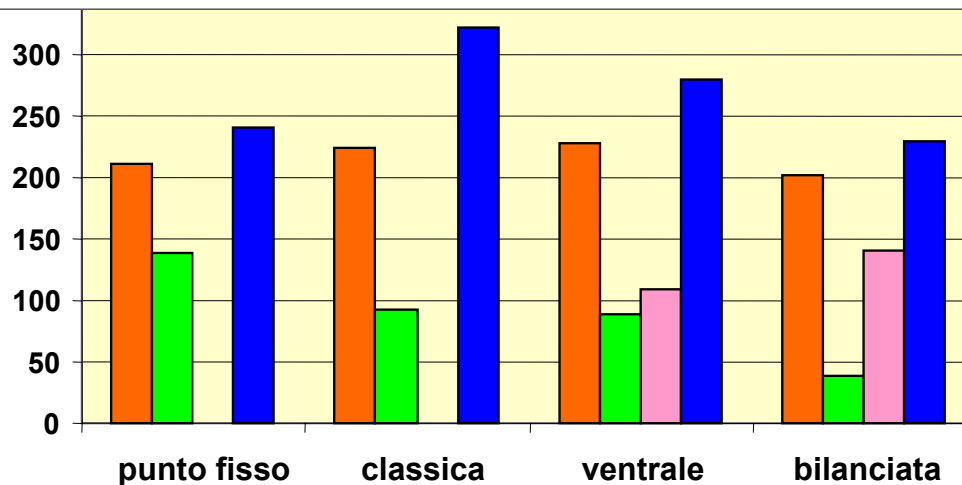
auto assicuraz. 45 cm

dist. freno-rinvio 7,8 m

carico al rinvio (daN) - numerico



■ SOSTA ■ CORSA ■ INNALZAMENTO ■ ABBASSAMENTO





COMMISSIONE CENTRALE MATERIALI E TECNICHE

CONCLUSIONI

conclusioni :

- **E' stato messo a punto un modello matematico della trattenuta ed è stato utilizzato con successo nelle attività svolte dalla COMMISSIONE MATERIALI E TECNICHE**

conclusioni (cont.)

- **il modello suggerisce soluzioni di problemi specifici**
- **un test perfettamente finalizzato può confermare la bontà dei suggerimenti derivati dal modello**
- **col modello si possono ridurre prove molto costose, complesse e lunghe da eseguirsi**

conclusioni (cont.)

La Commissione Materiali e Tecniche ha analizzato, anche con il modello matematico, le differenti tecniche di assicurazione.

**Compito della Commissione Scuole di Alpinismo e Sci-alpinismo
sistematizzare i risultati e proporli
alle Scuole del C . A . I .**